

KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 8-176701

METHOD FOR PRODUCTION OF FIBER REINFORCED COMPOSITE CABLE

[Translated from Japanese]

[Translation No. LPX50772]

Translation Requested by: Charles Marabella 3M

Translation Provided by: Yoko and Bob Jasper
Japanese Language Services
16 Oakridge Drive
White Bear Lake, MN 55110

Phone (651) 426-3017 Fax (651) 426-8483
e-mail: jasper.jls@comcast.net

JAPANESE PATENT OFFICE (JP)

KOKAI PATENT JOURNAL (A)

KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 8-176701

Technical Disclosure Section

Int. Cl.⁶: C 22 C 1/09
B 22 D 19/00
23/04
H 01 B 13/00

Identification Code: A
D
Z

Sequence Nos. for Office Use: FI
7244-5L

Application No.: Hei 6-325314

Application Date: December 27, 1994

Publication Date: July 9, 1996 (Hei 8)

No. of Claims: 3 OL (Total of 4 pages in the [Japanese]
document)

Examination Requested: Not yet requested

Title of Invention:
METHOD FOR PRODUCTION OF FIBER REINFORCED COMPOSITE CABLE
[Sen'i kyohka fukugohsen no seizoh houhoh]

Translation of KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 8-176701

Applicant(s):

000003687
Tokyo Electric Power Co., Ltd.
1-1-3 Uchisaiwai-cho
Chiyoda-ku, Tokyo

000005120
Hitachi Cable Co., Ltd.
2-1-2 Marunouchi
Chiyoda-ku, Tokyo

Inventor(s):

Akio Ozawa
c/o Tokyo Electric Power Co., Ltd.
Electric Power Research Institute
4-1 Egaseki-cho
Tsurumi-ku, Yokohama-shi
Kanagawa-ken
Katsuhiro Ouchi

c/o Tokyo Electric Power Co., Ltd.
Electric Power Research Institute
4-1 Egaseki-cho
Tsurumi-ku, Yokohama-shi
Kanagawa-ken

Hiromitsu Kuroda
c/o Hitachi Cable Co., Ltd.
Power System Research Institute
5-1-1 Hidaka-cho
Hitachi-shi, Ibaraki-ken

Kohji Nagano
c/o Hitachi Cable Co., Ltd.
Power System Research Institute
5-1-1 Hidaka-cho
Hitachi-shi, Ibaraki-ken

Nobuaki Suga
c/o Hitachi Cable Co., Ltd.
Toyoura Plant
4-10-1 Kawajiri-cho
Hitachi-shi
Ibaraki-ken

Translation of KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 8-176701

Agent(s):

Tadao Hirada
Patent attorney
and 1 other*[There are no amendments to this patent.]*

Specification

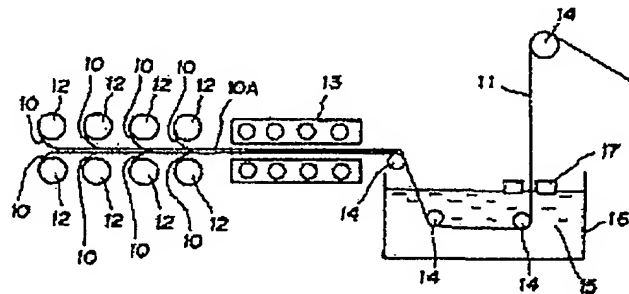
[Title of the invention]

Method for production of fiber reinforced composite cable

[Abstract]

[Problems to be solved] To provide a method of manufacturing a fiber-reinforced composite cable having superior pre-formability and flexural properties.

[Constitution] Fiber bundles (yarn), each delivered, are bundled to form a composite core cable and are immersed into a molten metal consisting of aluminum or an aluminum alloy at the same time.



[Claims of the invention]

[Claim 1] A method of manufacturing a fiber-reinforced composite cable characterized by the fact that long fiber bundles (yarn), each delivered, are bundled to form a composite core cable and are immersed in a molten metal consisting of aluminum or an aluminum alloy at the same time to

Translation of KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 8-176701

adsorb the aforementioned aluminum or aluminum alloy onto the outer surface of the aforementioned fiber bundles (yarn).

[Claim 2] A method of manufacturing a fiber-reinforced composite cable characterized by the fact that long fiber bundles (yarn), each delivered, are bundled to form a composite core cable and are guided to and immersed in a molten metal consisting of aluminum or an aluminum alloy at the same time, and after dipping the aforementioned fiber bundles into the aforementioned molten metal, they are drawn by a drawing die to continuously adsorb the aforementioned aluminum or aluminum alloy onto the outer surface of the aforementioned fiber bundles (yarn) and to form a specific fiber volume ratio.

[Claim 3] The method of manufacturing a fiber-reinforced composite cable described in claim 1 or claim 2 in which the aforementioned long fiber comprises silicon carbide.

[Detailed description of the invention]

[0001]

[Field of industrial application] The present invention pertains to a method of manufacturing a fiber-reinforced composite cable and the invention further pertains to a method of manufacturing a fiber-reinforced composite cable that enables continuous production of a composite cable reinforced with long fibers that is suitable to be used as a power line.

[Prior art] For the manufacture of fiber-reinforced composite cables, a variety of methods have been proposed. Among such methods, a method is known for continuously manufacturing a composite cable and is disclosed in Japanese Kokoku [Examined] Patent Application No. Hei 4-44366 where a molten metal consisting of a good conductive metal is adsorbed onto the outer surface of a carbon fiber bundle to form a conductive layer, cooled to solidify the molten metal and then the bundle is passed through a drawing die to bond the core cable and conductive layer.

[0003] The structure of the composite cable produced by the melt penetration method is shown in Fig. 3. (a) is an end cross-section view and (b) is a lateral cross-section view in the longitudinal direction, and the center area of composite cable 1 has aluminum or aluminum alloy comprising

Translation of KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 8-176701

long fibers 2 that form the core cable and short fibers or whiskers, and composite cable 4 is coated with an aluminum or aluminum alloy 5.

[0004] The composite cable 1 having the aforementioned structure comprises multiple preform cables (intermediate material) consisting of approximately 500 silicon carbide fibers compounded with aluminum. Fig. 4(a) and (b) show cross-section views of the composite cable made of preform wire 6, and as shown in the figure, when multiple preform wires 6 are bundled and dipped in a hot metal, the hot metal consisting of either aluminum or aluminum alloy 8 permeates the spaces formed between the composite cables 6, and at the same time, the outer surface is coated with the aluminum or aluminum alloy 8. When the aluminum or aluminum alloy that coats the outer surface of preform wire 6 is drawn by a drawing die (not shown in the figure), it is formed into cover layer 9 shown in (b).

[Problems to be solved by the invention]

However, according to the method of manufacturing a composite cable based on the hot-melt permeation method, the dimensions and structure of the preform wire are limited to a specific range since a core cable consisting of a pre-determined number of fibers is used. Therefore, twisting of multiple preform cables is required to produce a composite cable having dimensions and structure suitable for a power line, for example, and production becomes a complicated process.

[0006] Furthermore, when preform cables are twisted, spaces are formed between the preform wires and when dipped in a hot metal consisting of either aluminum or an aluminum alloy, excess aluminum or aluminum alloy permeates and the fiber volume is reduced due to the increase in the outer diameter of the cable, which leads to a reduction in flexural properties that influences handling and performance. Furthermore, when the size of the outer diameter of the cable is limited to D as shown in Fig. 4(b), the thickness t of cover layer 9 that covers the outer surface is reduced; thus, preform (plastic working) property is reduced. Based on the above-mentioned background, the purpose of the present invention is to provide a method of manufacturing a fiber-reinforced

Translation of KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 8-176701

composite cable having superior pre-formability and flexural property.

[0007]

[Means to solve the problem] The present invention provides a method of manufacturing a fiber-reinforced composite cable in which long fiber bundles (yarn), each delivered, are bundled to form a composite core cable and are immersed in a molten metal consisting of aluminum or an aluminum alloy at the same time to continuously adsorb the aforementioned aluminum or aluminum alloy onto the outer surface of the aforementioned fiber bundles (yarn).

[0008]

[Work of the invention] According to the present invention, when multiple fiber bundles (yarn) comprising multiple long fibers are bundled, the spaces between the fiber bundles (yarn) are reduced and the density of the structure is increased. In this case, the flexural modulus of the composite cable is increased. Furthermore, the outer diameter of the fiber bundles (yarn) is reduced as a result of a reduction in the space between bundles, and the thickness of the coating of the aluminum or aluminum alloy provided for the outer surface of the fiber bundles (yarn) at the time of dipping in the hot metal can be increased.

[0009]

[Working Examples] The method of manufacturing the fiber-reinforced composite cable of the present invention is explained in further detail below. To avoid repetition the same codes are used for the same components.

[0010] Fig. 1 (a) and (b) are cross-section views of a fiber-reinforced composite cable of a working example of the present invention, and (a) shows composite core cable 10A comprising multiple of fiber bundles (hereinafter referred to as yarn) 10 produced by twisting multiple silicon carbide fibers. (b) is composite cable 11 having cover layer 9 of aluminum or aluminum alloy around composite core cable 10A.

[0011] Fig. 2 shows the device used for production of the aforementioned composite cable 11 and the aforementioned yarn 10 is delivered from multiple of bobbins 12 to form composite core cable

Translation of KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 8-176701

10A that is guided to pre-heating furnace 13 for pre-heating. The aforementioned composite core cable 10A pre-heated in pre-heating furnace 13 is guided to hot metal layer [sic, bath] 16 filled with hot molten metal 15 consisting of either aluminum or an aluminum alloy by roll 14.

[0012] The aforementioned composite core cable 10A guided to the hot molten metal bath 16 is immersed in hot molten metal 15. Many more rolls are provided inside the aforementioned hot molten metal bath 16 and pre-determined length of the aforementioned composite core cable 10A is immersed in the hot molten metal layer [sic, bath] 16.

[0013] After being thoroughly immersed in hot molten metal 15, the aforementioned composite core cable 10A is pulled upward through drawing die 17. Thus, the hot molten metal 15 adsorbed to the outer surface is squeezed out and plastic working is provided to form a pre-determined outer diameter and to continuously produce composite cable 11.

[0014] When multiple yarns 10 are delivered simultaneously from multiple of bobbins and compounded, the structure of the composite core cable 10A arranged at the center of composite cable 11 can be freely set and volume ratio of the fiber in the composite cable produced can be increased. In other words, when the outer diameter is the same as that of a fiber-reinforced composite cable of the prior art, density of the structure can be increased as a result of twisting of the fibers and many long fibers can be arranged. The flexural modulus of the composite cable is increased when the aforementioned structure is used making it more suitable for application to power lines.

[0015] Furthermore, when the density of the structure of the fiber portion is increased, the outer diameter of the composite core cable can be reduced. Therefore, thick coating of either aluminum or aluminum alloy is made possible when dipped into a hot molten metal and an excellent preform property can be provided for the composite cable.

[0016]

[Effect of the invention] As explained in detail above, according to the method of manufacturing the fiber-reinforced composite cable of the present invention, long fiber bundles (yarn), each

Translation of KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 8-176701

delivered, are bundled to form a composite core cable and are guided to and simultaneously immersed in a molten metal consisting of aluminum or an aluminum alloy so that the aluminum or aluminum alloy is continuously coated onto the outer surface of the fiber bundles (yarn); thus, an excellent preform property and flexural property can be provided.

[Brief description of the figures]

[Fig. 1] A cross-section view of fiber-reinforced composite cable produced by the present invention.

[Fig. 2] A device used for production of the fiber-reinforced composite cable of the present invention.

[Fig. 3] An end cross-section view and a lateral cross-section view of the fiber-reinforced composite cable of the prior art. [Fig. 4] A cross-section view of a fiber-reinforced composite cable of the prior art.

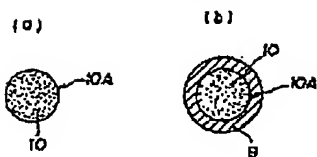
[Explanation of codes]

- 1, 11 composite cable
- 2 long fiber
- 3 short fiber or whisker
- 4 composite cable
- 6 preform wire
- 7 gap
- 8 aluminum or aluminum alloy
- 9 coated layer
- 10 yarn
- 10A composite core cable
- 12 bobbin
- 13 pre-heating furnace
- 14 roll

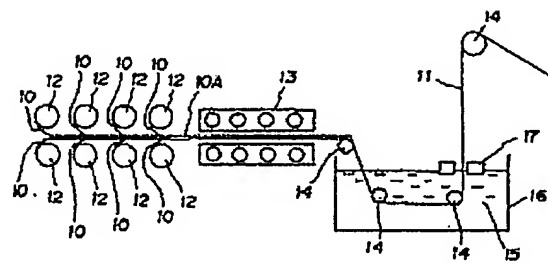
Translation of KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 8-176701

- 15 hot metal
16 hot metal layer [sic]
17 drawing die

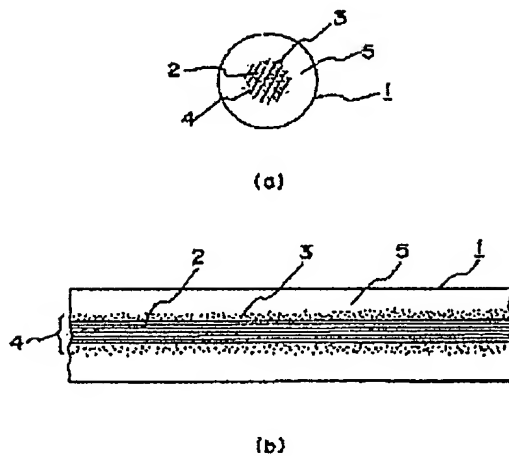
[Fig 1]



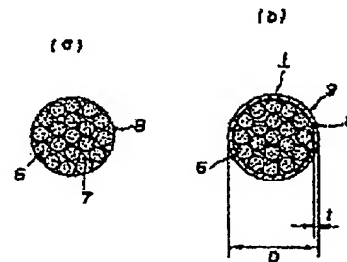
[Fig 2]



[Fig 3]



[Fig 4]



//Continued from first page//

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-176701

(43) 公開日 平成8年(1996)7月9日

(51) Int.Cl.*	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 1/09		A		
B 2 2 D 19/00		D		
	23/04			
H 0 1 B 13/00		Z 7244-5L		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-325314

(22) 出願日 平成6年(1994)12月27日

(71) 出願人 000003687

東京電力株式会社

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72) 発明者 小澤 明夫

神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号

東京電力株式会社電力技術研究所内

(72) 発明者 大内 勝広

神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号

東京電力株式会社電力技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 平田 忠雄 (外1名)

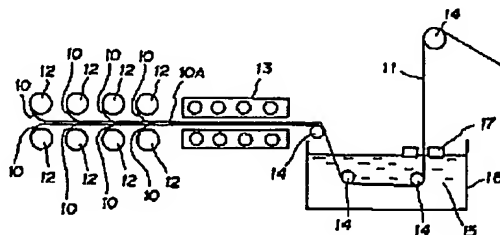
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 繊維強化複合線の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 プレフォーム性及び曲げ特性に優れる繊維強化複合線の製造方法を提供することにある。

【構成】 それぞれ送り出された複数本の長尺繊維を束状にまとめた繊維束（ヤーン）を複数束ねてなる心線を同時にアルミまたはアルミ合金の溶湯に浸漬させるようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれ送り出された複数本の長尺繊維を束状にまとめて繊維束（ヤーン）とし、前記繊維束（ヤーン）を複数束ねてなる心線を同時にアルミ又はアルミ合金の溶湯を満たした溶湯槽に誘導して浸漬し前記繊維束（ヤーン）の外周に前記アルミ又はアルミ合金を連続的に付着させることを特徴とする繊維強化複合線の製造方法。

【請求項2】 それぞれ送り出された複数本の長尺繊維を束状にまとめて繊維束（ヤーン）とし、前記繊維束（ヤーン）を複数束ねてなる心線を同時にアルミ又はアルミ合金の溶湯槽に誘導して浸漬し、前記繊維束（ヤーン）を前記溶湯に浸漬後、引抜きダイスで引き抜くことにより所定の繊維体積率となるように前記アルミ又はアルミ合金を前記繊維束（ヤーン）の外周に連続的に付着させることを特徴とする繊維強化複合線の製造方法。

【請求項3】 前記長尺繊維は炭化ケイ素で構成される請求項第1項及び第2項記載の繊維強化複合線の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は繊維強化複合線の製造方法に関し、特に、長尺繊維で補強され、かつ、送電線への使用に適する複合素線を連続的に製造できるようにした繊維強化複合線の製造方法に関する。

【0002】

【従来技術】 従来、繊維強化複合線材の製造方法として様々な方法が提案されている。その中で、炭素繊維を束ねた心線の外周に良導体金属を溶融した溶融金属を付着させて導体層を設けた後、冷却して溶融金属を凝固させ、続いて引抜きダイスを通過させて引抜き加工を施すことにより心線と導体層を密着させる特公平4-44366号公報に開示される溶融浸透法によって、連続的に複合素線を製造する方法がある。

【0003】 図3に溶融浸透法によって製造された複合素線の構造を示す。(a)は断面図、(b)は長さ方向の切断図であり、複合素線1の中心部には心線を形成する長尺繊維2と、短繊維又はウスカ3よりなる複合線4を有し、複合線4はアルミまたはアルミ合金5によって被覆されている。

【0004】 上記した構造の複合素線1は、約500本程度の炭化ケイ素繊維をアルミニウムで複合化して構成される複数本のプリフォームワイヤ（中間素材）を用いて製造される。図4(a)、(b)はプリフォームワイヤ6を用いて製造された複合素線の断面を示し、図示されるようにプリフォームワイヤ6を複数束ねてアルミニウムの溶湯に浸漬すると、プリフォームワイヤ6間に形成される空隙7にアルミまたはアルミ合金8が浸透するとともに外周がアルミまたはアルミ合金8によって被覆さ

れる。プリフォームワイヤ6の外周を被覆するアルミまたはアルミ合金8は引抜きダイス（図示せず）で引き抜かれることによって(b)に示す被覆層9に加工される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来の溶融浸透法による複合素線の製造によると、特定の繊維数で構成される心線を使用するため、プリフォームワイヤの寸法及び構造が特定の範囲に限定される。したがって、用途に応じて、例えば、送電線に適する寸法及び構造を有する複合素線を得るには複数本のプリフォームワイヤを撚り合わせなければならず、製造工程が煩雑化するという問題がある。

【0006】 また、プリフォームワイヤを撚り合わせるとプリフォームワイヤ間に空隙が形成され、アルミ又はアルミ合金の溶湯に浸漬した際に余分なアルミ又はアルミ合金が浸透して素線外径が増大することにより繊維体積率が低下し、作業性を左右する曲げ特性の低下を招く。更に、複合素線の外径サイズが図4(b)に示されるようにDに限定される場合には外周を被覆する被覆層9の厚さtが減少するので、プレフォーム（塑性加工）性が低下するという問題がある。従って、本発明の目的は、優れたプレフォーム性及び曲げ特性を有する繊維強化複合線の製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は優れたプレフォーム性及び曲げ特性を付与するため、それぞれ送り出された複数本の長尺繊維を束状にまとめて繊維束（ヤーン）とし、繊維束（ヤーン）を複数束ねてなる心線を同時にアルミ又はアルミ合金の溶湯を満たした溶湯槽に誘導して浸漬し、繊維束（ヤーン）の外周にアルミ又はアルミ合金を連続的に付着させる繊維強化複合線の製造方法を提供する。

【0008】

【作用】 本発明によると、複数本の長尺繊維よりなる繊維束（ヤーン）を複数束ねることにより繊維束（ヤーン）間の空隙が減少し心線の構造が密になる。このことにより複合素線の曲げ剛性が向上する。更に間隔の減少により複数束ねられた繊維束（ヤーン）の外径が小径化され、アルミ又はアルミ合金の溶湯に浸漬時に繊維束（ヤーン）の外周に設けられるアルミ又はアルミ合金の被覆の厚さを増加させることができる。

【0009】

【実施例】 以下、本発明の繊維強化複合線の製造方法を詳細に説明する。従来技術と同様の構成及び機能を有する部分については同一の引用数字を附しているので重複する説明を省略する。

【0010】 図1(a)、(b)は、本発明の実施例を示す繊維強化複合線の断面図を示し、(a)は複数本の炭化ケイ素繊維を撚り合わせて構成される繊維束（以下、ヤーンと称する。）10を更に複数束ねた複合心線10Aを

示す。(b)は、複合心線10Aの外周にアルミ又はアルミ合金の被覆層9を有する複合素線11を示す。

【0011】図2は、上記した複合素線11を製造する繊維強化複合線の製造装置を示し、前述のヤーン10は複数のポビン12より送り出されて束ねられることにより複合心線10Aとなり、予熱処理を行う予熱炉13へ誘導される。予熱炉13で予熱された複合心線10Aはロール14によってアルミ又はアルミ合金の溶湯15が満たされた溶湯層16に誘導される。

【0012】溶湯槽16に誘導された複合心線10Aは溶湯15に浸漬される。溶湯槽16内には更に複数のロール14が設けられており、複合心線10Aは溶湯層16において所定の長さにわたって浸漬15に浸漬されるように構成されている。

【0013】複合心線10Aは溶湯15に充分に浸漬された後、引抜きダイス17を介し上方に引き上げられる。このことにより外周に付着した溶湯15が絞り落とされ、更に所定の外径に塑性加工されることによって複合素線11が連続的に製造される。

【0014】このように、ヤーン10を複数のポビン12から同時に送り出して複合化することにより、その用途に応じて複合素線11の中心部に配置される複合心線10Aの構造を任意に設定することができ、製造される複合素線11の繊維体積率が向上する。即ち、従来の複合素線と同一外径で形成される場合、繊維同士が絡り合わされることによって構造が密になり多数の長尺繊維を配置できる。送電線への適用に関し、上記した構成とすることにより複合素線の曲げ剛性に寄与する。

【0015】また、繊維部分の構造が密になることにより、複合心線の外径が小径化される。したがって、溶湯へ浸漬させると複合心線の外周にアルミ又はアルミ合金を厚く付着させることができ、優れたプレフォーム性を複合素線に付与することができる。

【0016】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明の繊維強化複合線の製造方法によると、それぞれ送り出された複合数の長尺繊維を束状にまとめて繊維束（ヤーン）とし、繊維束（ヤーン）を複数束ねてなる心線を同時にアルミ又はアルミ合金の溶湯を満たした溶湯槽に誘導して浸漬し、繊維束（ヤーン）の外周にアルミ又はアルミ合金を連続的に付着させるようにしたため、優れたプレフォーム性及び曲げ特性を付与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明により製造された繊維強化複合線を示す断面図である。

【図2】本発明における繊維強化複合線の製造装置を示す。

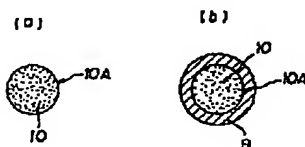
【図3】従来の繊維強化複合線を示す断面図及び切断面図である。

【図4】従来の繊維強化複合線を示す断面図である。

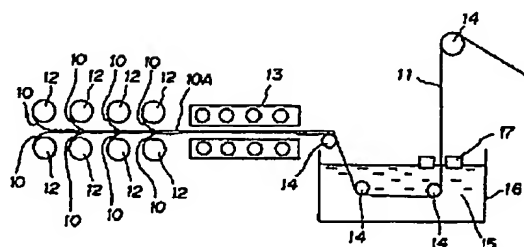
【符号の説明】

- 1, 11 複合素線
- 2 長尺繊維
- 3 短繊維又はウィスカ
- 4 複合線
- 6 プリフォームワイヤ
- 7 間隙
- 8 アルミまたはアルミ合金
- 9 被覆層
- 10 ヤーン
- 10A 複合心線
- 12 ポビン
- 13 予熱炉
- 14 ロール
- 15 溶湯
- 16 溶湯層
- 17 引抜きダイス

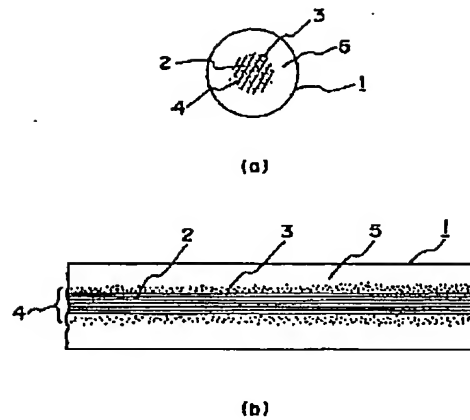
【図1】



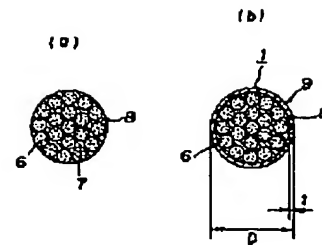
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 黒田 洋光
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立
電線株式会社パワーシステム研究所内

(72)発明者 長野 宏治
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立
電線株式会社パワーシステム研究所内

(72)発明者 菅 伸明
茨城県日立市川尻町4丁目10番1号 日立
電線株式会社豊浦工場内